

Рассмотрены особенности пусковых режимов, которые возникают в электрических цепях с лампами накаливания.

УДК 621.315

Л.Д. Гуракова, канд. техн. наук

Е.Д. Дьяков, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

## ПУСКОВЫЕ РЕЖИМЫ В ЦЕПЯХ С ЛАМПАМИ НАКАЛИВАНИЯ

Проблема рационального использования электрической энергии и уменьшения непроизводительных потерь мощности в осветительных установках продолжает оставаться актуальной. Работы, проводимые в этом направлении различными авторами, позволили определить доминирующие факторы, определяющие эффективность осветительных установок [1, 2]. Одним из них является существенное отступление от требований нормативных документов по обеспечению качественных показателей питающего напряжения. Поддержание величины напряжения питания в пределах 95-105% от номинального значения выполняется, к сожалению далеко не во всех установках. Влияние отклонения величины питающего напряжения на эффективность осветительных установок подробно рассмотрено в [1]. Для определения влияния фактического уровня напряжения на срок службы источников света предлагается использовать формулу

$$T_{\phi} / T_{\text{ном}} = (U_{\text{ном}} / U_{\phi})^q, \quad (1)$$

где  $T_{\phi}$  и  $T_{\text{ном}}$  - фактический и номинальный срок службы;  $U_{\phi}$  и  $U_{\text{ном}}$  - фактическое и номинальное напряжение;  $q$  - показатель степени, характеризующий изменение срока службы лампы данного типа при изменении питающего напряжения.

Рекомендуемое значение параметра  $q$  для ламп накаливания равно 14, а для разрядных ламп (РЛ) -  $\approx 3,2$ . Как видно из приведенных значений лампы накаливания (ЛН) более чувствительны к изменениям величины питающего напряжения. Если учесть, что в реальных осветительных установках величина питающего напряжения постоянно изменяется в течение суток, то фактический срок службы ламп накаливания будет составлять 70-75% от номинального.

Еще одним фактором, который оказывает влияние на срок службы ЛН, является условия их включения. К сожалению, в технической литературе основное внимание уделяется пусковым характеристикам разрядных ламп (РЛ) высокого и низкого давления. Объяснением может служить то обстоятельство, что длительность пусковых режимов у ЛН значительно меньше, чем у РЛ и для их исследования необходимо использовать специальную аппаратуру. Учитывая, что лампы накаливания продолжают занимать лидирующее положение в осветительных установках жилых и общественных зданий, практический интерес представляет изучение пусковых режимов данных источников света.

Исследования, проводимые на кафедре «Электроснабжение городов» ХНАГХ, позволили установить некоторые особенности пусковых режимов ламп накаливания, поступающих на отечественный рынок. Для исследований использовался анализатор режимов электрических сетей АНТЕС-АР-3Ф разработанный под руководством проф. Гриба О.Г. Данный прибор прошёл аттестацию в НПО «Метрология» и опытную эксплуатацию в городских электрических сетях. Для хранения и обработки полученной

информации при проведении исследований в совместно с анализатором режимов электрических сетей использовался программный комплекс «Анфас».

Исследования проводились при нормальных условиях окружающей среды на серийно выпускаемых образцах ламп накаливания различной мощности. Отклонение напряжения от номинального значения не превышало  $\pm 1\text{В}$ . Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Характеристики ламп накаливания в пусковом режиме

№	$P_{\text{л}}$ Вт	$I_{\text{п}}$ А	$I_{\text{р}}$ А	$R$ Ом	$U_{\text{с}}$ В	$P_{\text{лф}}$ Вт
1	60	3,7	0,27	803,4	221,1	59,88
2	75	4,1	0,34	633,6	220,2	75,8
3	100	4,7	0,45	487,3	221,0	98,6
4	150	6,5	0,69	315,2	220,17	151,17
5	200	9,0	0,87	222,2	219,36	212,42

Из приведенных данных видно, что в момент включения наблюдаются импульсы тока, амплитудные значение которых, в зависимости от мощности ламп, в 9 –14 раз превышает значение тока в установившемся режиме. Данное обстоятельство объясняет тот факт, что большинство ламп накаливания в реальных условиях эксплуатации выходят из строя именно в момент включения. Увеличение амплитуды импульсов тока в пусковом режиме следует ожидать при одновременном включении группы ламп, например, при включении внутриквартирного освещения. Причём амплитуда импульсов будет зависеть от момента включения ламп на питающее напряжение. Минимальное значение амплитуды импульса тока будет иметь место при включении ламп в момент прохождения напряжения через нулевое значение. Это даёт основание предположить, что при использовании соответствующих коммутирующих устройств, осуществляющих коммутацию в момент перехода питающего напряжения через нулевое значение, уменьшится “цена включения” ИС и соответственно возрастет их срок службы.

Проблемы повышения срока службы ламп накаливания неоднократно рассматривались в технической литературе. Авторами публикаций предлагаются различные технические решения для уменьшения влияния пусковых режимов на срок службы ламп. Так, например, в [3] предлагается схема электронного выключателя, приведенная на рис.1 и предназначенная для включения ламп накаливания мощностью до 75 ватт включительно.

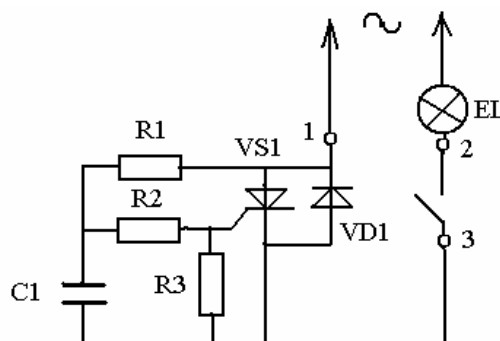


Рис.1 - Электрическая схема электронного выключателя.

При включении выключателя напряжение на лампу первоначально подаётся через диод, что обеспечивает уменьшение мощности лампы практически в два раза

меньше номинальной. Это позволяет уменьшить величину пускового тока, и тело накала лампы разогревается в щадящем режиме. Через 1-2с конденсатор C1 заряжается до напряжения, достаточного для открытия тиристора VS1 и лампа начинает работать в номинальном режиме. Незначительные габариты элементов приведенного электронного выключателя позволяют разместить его в корпусе серийно выпускаемого одноклавишного выключателя.

Электрическая схема более мощного электронного выключателя приведена на рис. 2. Данный выключатель предназначен для обеспечения защиты ламп накаливания различной мощности от бросков тока в пусковом режиме.

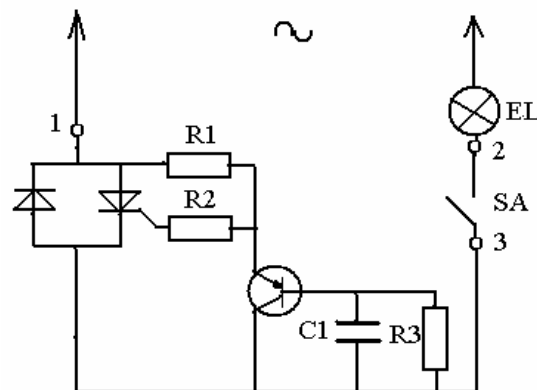


Рис.2 -Электрическая схема электронного выключателя для ламп различной мощности.

В отличие от ранее рассмотренной схемы в ней используется более мощный силовой ключ и транзистор в цепи управляющего электрода тиристора. Транзистор позволяет уменьшить ёмкость времязадающего конденсатора практически на два порядка. Как и в предыдущей схеме в цепи управления тиристором отсутствует диод, что позволяет уменьшить габариты выключателя. При включении выключателя SA происходит заряд конденсатора C1 через эмиттерный переход транзистора. До тех пор пока конденсатор не зарядится, транзистор шунтирует управляющий переход тиристора, и тело накала лампы разогревается через диод. После заряда конденсатора до напряжения достаточного для закрытия транзистора, тиристор открывается, и лампа подключается на номинальное напряжение. Время задержки подачи номинального напряжения на лампу составляет около одной секунды.

Недостатком рассмотренных схем является непродолжительный, но, тем не менее, определённой длительности однопериодный режим работы лампы. Обеспечивая постепенный нагрев тела накала, рассмотренные схемы не защищают лампу от возможных бросков тока в момент включения, когда напряжение питания достигает амплитудного значения. Одним из возможных путей устранения указанного недостатка является использование схемы приведенной на рис.3 [4].

Ограничения тока, протекающего через лампу после включения выключателя SA, осуществляется сопротивлением Rб. Одновременно с разогревом спирали начинает заряжаться конденсатор C1 через сопротивление R2. Когда величина напряжения на конденсаторе достигнет значения  $U_{откр}$  транзистор VT1 откроется и соответственно откроется тиристор VS1. В этот момент произойдёт шунтирование сопротивления Rб и на лампу будет подаваться номинальное напряжение. Сопротивление R1 способствует быстрому разряду конденсатора C1 после выключения напряжения и уменьшению времени на подготовку схемы для повторного включения. Время задержки напряжения фактически определяется параметрами RC-элементов и не зависит от напряжения сети и мощности нагрузки. Незначительные габаритные размеры элементов схемы позволяют монтировать её непосредственно на дне коробки настенных выключателей. Падение

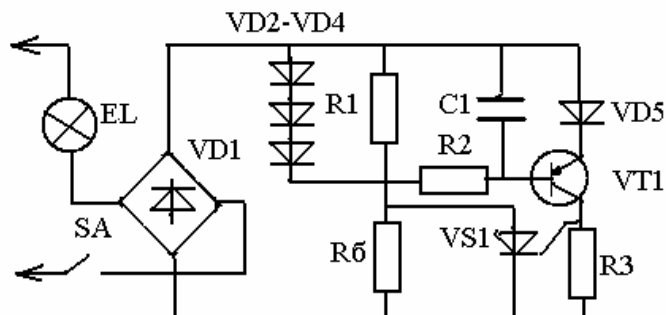


Рис.3 - Электрическая схема включения ЛН.

напряжения на схеме не превышает 5,5 В, что менее 3% от напряжения питающей сети.

В настоящее время на прилавках магазинов появляются различные устройства, которые исходя из рекламных проспектов, предназначены именно для указанных целей. Одним из таких устройств являются блоки защиты галогенных ламп и ламп накаливания «Гранит», выпускаемые НПП «Ноотехника».

Обладая незначительными габаритными размерами, это устройство может быть смонтировано непосредственно за выключателем освещения. Модельный ряд этих устройств охватывает следующие мощности: 200Вт, 300Вт, 500Вт, 1000Вт, 1500Вт. Срок службы ламп при использовании устройства «Гранит», как утверждают авторы, увеличивается в 5-7 раз. Однако из-за отсутствия достаточной информации сложно сделать однозначный вывод о условиях включения ламп. Поэтому рекламируемый авторами устройства срок службы ламп накаливания, который составляет 15000-20000 часов, вызывает определённые сомнения. Кроме того, следует определиться с целесообразной областью использования блоков защиты рассчитанных на подключаемую мощность 1000 Вт и 1500 Вт так как указанная мощность управляемая одним выключателем редко встречается у потребителей селитебной зоны и недостаточна для наружных осветительных установок или установок сценического освещения.

Однако тот факт, что в продаже появились указанные блоки защиты, уже свидетельствует об актуальности рассматриваемой проблемы.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. В реальных условиях эксплуатации осветительных установок с лампами накаливания в момент включения имеют место импульсы тока, амплитуда которых в зависимости от мощности ламп в 9 –14 раз превышает амплитудное значение тока в рабочем режиме;

2. При прогнозировании срока службы ламп накаливания в реальных условиях эксплуатации следует учитывать влияние пусковых режимов;

3. Уменьшить влияние пусковых режимов на срок службы ламп накаливания возможно при использовании коммутирующих устройств, обеспечивающих включение ламп в момент перехода питающего напряжения через ноль.

### Литература

1. Кунгс Я.А. Автоматизация управления электрическим освещением. –М.: Энергоатомиздат, 1989. – 109с.
2. Справочная книга по светотехнике. Под ред. Айзенберг Ю.Б. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 519 с.
3. Коломийцев К.В. Долгоживущая лампа накаливания. Электрик №2, 2002, с.9-11.
4. Довженко С.А. В который раз о лампочке накаливания. Электрик № 10, 2000, с.25-26.

## ПУСКОВІ РЕЖИМИ В ЛАНЦЮГАХ З ЛАМПАМИ РОЗЖАРЮВАННЯ

Л.Д.Гуракова, Є.Д.Дьяков

*Розглянуті особливості пускових режимів, які виникають в електричних ланцюгах з лампами розжарювання.*

## STARTING CONDITIONS IN ELECTRICAL CIRCUITS WITH FLAMENT LAMPS

L.D. Gurakova, E.D. Djakov

*Special feautures of starting conditions occuring in electrical circuits with filament lamps are considered.*